

EFFECTO DE LA COBERTURA VEGETAL SOBRE LA RADIACION NETA

Leonardo A. SERIO¹, Aida I. DELLA MAGGIORA², Jesús M. GARDIOL¹

1. INTRODUCCION

En la mayor parte de los cultivos agrícolas, desde los primeros estadios de la estación de crecimiento, tanto la producción de materia seca, dependiente del proceso de fotosíntesis y determinante del rendimiento final, como el consumo de agua por evapotranspiración son proporcionales a la cantidad de energía interceptada.

La radiación neta absorbida por el follaje en parte se disipa como calor sensible y otra se utiliza para la transpiración del agua de las plantas. Debajo del follaje, el remanente de energía se utiliza para calentar el suelo por conducción y para la evaporación del agua del suelo. Por estas razones, la determinación precisa de la partición de la energía disponible entre la cobertura vegetal y el suelo resulta fundamental para el modelado del proceso de evapotranspiración.

En horas diurnas, la radiación neta (R_n) depende en mayor medida de la radiación solar incidente (S_g), de modo que los perfiles de ambas variables dentro de una capa de vegetación son similares y dependen de la arquitectura de las plantas (Jones, 1992). Uchijima (1976), recopilando resultados de varios autores sobre penetración de la radiación en cultivos de maíz, señaló que cuando la elevación del sol es baja, la radiación solar directa es absorbida totalmente por la mitad superior del follaje, mientras que al mediodía, con alturas solares entre 60 y 70°, cerca del 10% alcanza el suelo. Para S_g y R_n la penetración varía entre el 10 y 20%, según la altura solar. La radiación neta en el suelo (R_n^s) depende entonces de la partición de S_g en radiación solar directa (S_{dir}) y difusa (S_{dif}), del índice de área foliar (IAF) y del ángulo de altura solar (h).

En este trabajo, se estudió la relación entre la radiación neta medida encima y debajo del follaje de un cultivo de maíz, luego que éste alcanzó su máximo desarrollo vegetativo. Se la relacionó con la altura solar, distinguiendo los casos según la presencia o no de nubosidad. El estudio se llevó a cabo durante un período de 6 días, incluyendo 3 días con cielo despejado y 3 días nublados.

2. MATERIALES Y METODOS

La experiencia de campo se realizó en la Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP) - EEA INTA de la localidad de Balcarce, provincia de Buenos Aires, Argentina (37° 45' S, 55° 18' W), sobre un suelo Argiudol típico, durante la campaña agrícola 1999/2000. Se trabajó con un híbrido de maíz Dekalb 639, sembrado con una densidad de 86.000 plantas por hectárea, en 4 parcelas experimentales de 7 m de largo x 7 m de ancho. Se aplicó riego por goteo para mantener un nivel de agua disponible superior al 70% durante el período alrededor de la fase de floración, desde V12 hasta R2 según la clasificación de Ritchie y Hanway (1982), y al 50% durante el resto del ciclo. En su máximo desarrollo vegetativo el cultivo alcanzó una altura de 2,5 m y un índice de área foliar de 6.

En el centro de una de las parcelas se instaló una estación meteorológica automática Campbell modelo 21XL, montada en una torre de 3,5 m de altura. En el nivel superior (1 m sobre el nivel del cultivo) se instaló un piranómetro LICOR LI200X y un radiómetro neto REBS Q*7.1. Otro radiómetro neto (Middleton CN1-R) fue ubicado debajo del follaje, a 0,15 m del suelo. Además, se midió temperatura y humedad, con sensores Vaisala HMP35C, en dos niveles dentro del cultivo, a 0,5 y 1,5 m del suelo. El intervalo de medición fue de 30 seg., con muestreo de valores medios cada 15 min.

El período de estudio estuvo comprendido entre los días 24 y 29 de enero (76 a 81 días desde la fecha de emergencia). El cultivo se encontraba en fase fenológica R2. El IAF medido el 11 de enero fue de 6, decayendo a 5,4 el 31 de enero. Durante ese período se aplicaron dos riegos de 15 mm los días 24 y 26 por la tarde.

La altura solar se calculó en función de la latitud, la fecha y la hora con la metodología propuesta por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1981). Se determinó la hora correspondiente al mediodía para el meridiano de la localidad de Balcarce, resultando ser las 15:41 GMT (12:41 hora local).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se muestra la radiación solar incidente (S_g) para el período de estudio. Los días 25, 26 y 27 de enero el cielo se mantuvo mayormente despejado, con algunas nubes dispersas hacia la tarde los días 25 y 27. Los días 24, 28 y 29 tuvieron nubosidad variable. El 28 se registró una lluvia de 1,3 mm alrededor de las 16 hs. y otros 15 mm durante la madrugada siguiente.

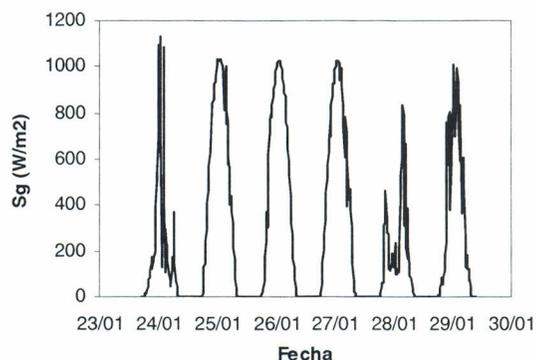


Figura 1. Radiación solar incidente observada (S_g) durante los 6 días de estudio

Se calculó la relación entre la radiación neta medida debajo y encima de la cobertura vegetal (R_n^s/R_n), durante las horas diurnas. Los resultados fueron graficados en función de la altura solar. En los días con cielo despejado (figura 2), se observa que cuando la altura solar (h) es mayor que 35° el porcentaje de radiación que llega al suelo es casi constante, independiente de h . Para alturas menores el análisis no es válido debido al desfase que se produce entre R_n y R_n^s durante las primeras horas de la mañana y poco antes del atardecer. La dispersión observada alrededor del mediodía ($h > 55^\circ$) se debe a la incidencia momentánea de radiación solar directa sobre el radiómetro ubicado cerca del suelo.

1 Depto. Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pab.II, 2° piso, (1428) Buenos Aires, Argentina. E-mail: serio@at.fcen.uba.ar

2 Unidad Integrada Fac. de Ciencias Agrarias UNMdP - EEA INTA Balcarce, Argentina.

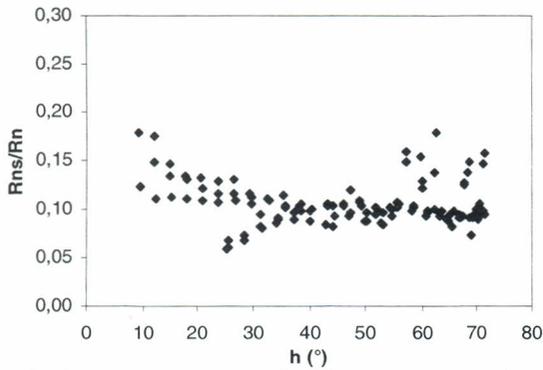


Figura 2. Relación entre la radiación neta observada debajo y encima del cultivo (R_n^s/R_n), en función del ángulo de altura solar (h), en días con cielo despejado

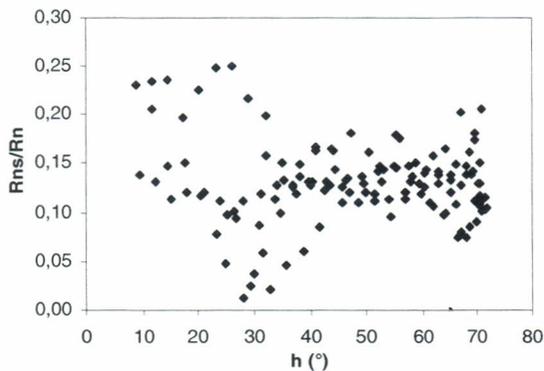


Figura 3. Relación entre la radiación neta observada debajo y encima del cultivo (R_n^s/R_n), en función del ángulo de altura solar (h), en días con cielo nublado

En los días con cielo nublado (figura 3), se observó un comportamiento diferente. La relación R_n^s/R_n tuvo una variabilidad mucho mayor, a la vez que también se evidencia que un mayor porcentaje de la radiación neta alcanzó el suelo.

Los promedios y desvíos estandar de R_n^s/R_n para ambas situaciones, considerando un periodo de 8 horas centrado en el mediodía ($h > 35^\circ$), se presentan en la tabla 1.

Se aplicó el test de Student a la diferencia de los valores medios y el test de Fisher a la diferencia de varianzas (Panofsky and Brier, 1958). En ambos casos las diferencias resultaron ampliamente significativas ($\alpha=0,01$). En consecuencia, siempre que se requiera conocer la fracción de R_n debajo de una cubierta vegetal, deberían tratarse en forma diferenciada las situaciones de acuerdo a la cobertura nubosa.

Tabla 1. Valores medios (\bar{x}_m) y desvíos estandar (σ) de la relación entre la radiación neta observada debajo y encima del cultivo (R_n^s/R_n)

	n	\bar{x}_m	σ
Cielo despejado	90	0,10	0,019
Cielo nublado	96	0,13	0,028

Las diferencias observadas entre situaciones de cielo despejado y de cielo nublado se deben a la naturaleza de la radiación neta. En horas diurnas, y bajo cielo despejado, R_n se halla dominada mayormente por la radiación solar directa, que es rápidamente absorbida por las capas superiores de la vegetación, por lo que R_n decae rápidamente (Uchijima, 1976; Jones, 1992). En días nublados, aunque R_n es menor, la componente difusa de la radiación solar gana en importancia relativa, siendo su atenuación más lenta dentro de la cubierta vegetal.

4. CONCLUSIONES

Dejando de lado los casos en que la radiación solar directa incidió sobre el radiómetro ubicado cerca del suelo, no se observó una variación de la relación R_n^s/R_n con la altura solar, cuando esta fue mayor que 35° .

A partir de las diferencias observadas entre lo ocurrido en días despejados y días nublados, se concluye que la presencia o ausencia de nubosidad es un factor a tener en cuenta para obtener una mayor precisión en la estimación de la radiación neta en el suelo a partir de la radiación neta observada sobre una cubierta vegetal.

Para modelar el efecto de la nubosidad, sería necesario realizar estudios más detallados que permitan cuantificar la relación entre R_n^s/R_n y la cantidad de cielo cubierto.

5. BIBLIOGRAFIA

- JONES, H.G., 1992. Plants and microclimate (2nd edition). Cambridge University Press, N.Y.
- PANOFSKY, H.A. and BRIER, G.W., 1958. Some applications of statistics to meteorology. The Pennsylvania State Univ., USA.
- RITCHIE, S.W. and HANWAY, J.J., 1982. How a corn plant develops. Special Report N°48. Iowa State Univ., USA.
- UCHIJIMA, Z., 1976. Maize and rice. In Vegetation and the atmosphere (Ed. J. L. Monteith), Vol. 2. Academic Press, N.Y.
- WMO, 1981. Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source. Technical Note N° 172, WMO N° 557.

Agradecimientos

El trabajo fue subsidiado por la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Nacional de Mar del Plata y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.